

социальных преобразованиях, в результате которых одни сообщества исчезают, а другие возникают. Аксиомы связи и пересечения (A2)—(A3) обеспечивают непрерывность (связность) таких процессов и позволяют подходить к ним таким же образом, как и к отношениям между сообществами, существующими одновременно, то есть позволяют включать эти процессы в правовое поле. В отличие от экстенсиональной модели, в рамках которой фиксированным, то есть не подлежащим изменению, остается базовый уровень первичного закона, имеющего силу для каждого индивида, в интенсиональной модели фиксированными остаются только правовые принципы (выраженные в соответствующих правовых декларациях), определяющие свойства сообщества в целом. Если в экстенсиональном случае ограничивается *глубина* возможных изменений общественного устройства, то в интенсиональном случае ограниченной оказывается только «высота» изменений. Это означает, что интенсиональная модель допускает сколь угодно глубокие изменения при условии, что результаты таких изменений соответствуют некоторым фиксированным *высшим* (а не базовым, как в экстенсиональном случае) принципам (таким, как, например, принцип толерантности).

В заключение заметим, что юридическая практика, так же как описание пространства-времени, очевидно, требует сочетания экстенсионального и интенсионального подходов. Как эти два подхода могут сочетаться на формальном уровне и в практике — вопрос, требующий дальнейшего исследования.

А. Г. Кислов
Екатеринбург

ИЗМЕНЕНИЕ И ТОЛЕРАНТНОСТЬ: ЛОГИКО-СЕМАНТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Поиск философских оснований толерантности составляет серьезную проблему: эмпиризм Локка, например, в роли такого основания не выдержал критики. Идея «вторичных»

качеств была доведена Беркли до содержательного предела, вместе с «первичными» качествами исчезла и граница толерантности. Представляется, что интересным (и в случае положительных, и в случае отрицательных результатов) будет исследование гипотезы *динамической толерантности*, основанием которой служит идея процессуальности мира: трансформация объектов, изменение свойств, течение событий и т. д. Готовность терпимо относиться к объекту с неудовлетворяющими нас свойствами может (если и не универсально, то уж точно «в ряде случаев») объясняться осознанием того, что и объект, и мы сами претерпеваем изменения, тенденция которых, если изменения направлены на ослабление противоречия, вполне удовлетворяет.

Но насколько приемлемо рассматривать в качестве основания «зыбку», неустойчивую динамику процессов? Для современной культуры — от синергетики до философии постмодернизма, — думается, вопрос не является столь уж неожиданным. Распространение логического анализа на динамические контексты — теоретическая необходимость, с которой так или иначе были связаны и многие известные проекты философских реформ логической науки — прежде всего трансцендентальная логика Канта и диалектическая логика Гегеля. Эта необходимость в наши дни, поднимая вопрос о целостности системы логического знания, подвергает серьезному испытанию *философию логики*¹. Данная область научных проблем будет служить пространством нашего исследования.

1. Проблемы толерантности и современная логика

Часто, имея в виду особую научную дисциплину, термин «логика» снабжают эпитетом — «*формальная*». Впервые это, по всей видимости, было сделано в XVIII в. И. Кантом, сейчас же данное уточнение может показаться излишним.

¹ Термин «философия логики» употребляют для обозначения широкого спектра исследований, содержащих философское осмысление феномена логического знания. См., например: Хинтиikka Я. Логика в философии — философия логики // Хинтиikka Я. Логико-эпистемологические исследования. М., 1980. С. 35 — 67; Брюшинкин В. Н. Логика, мышление, информация. Л., 1988. С. 6—12.

Во-первых, все философско-интеллектуальные системы, известные под термином «логика», искали принципы именно *оформления* мышления. Во-вторых, несмотря на свободный поиск логического инструментария, именно *формальные* методы оказались по-настоящему стабильными. Отсюда поспешное мнение о том, что эта логика не меняет свой облик, «представляя собою пример науки или искусства, сразу доведенного до совершенства гением ее основателя»¹. Мнение об абсолютной статичности логики удивительным образом чрезвычайно живуче, несмотря на открытые возможности обильной критики. Особенно часто делают ссылку на И. Канта, утверждавшего, что со времени Аристотеля логике «не приходилось делать ни шага назад, если не считать улучшением устранение некоторых ненужных тонкостей и более ясное изложение, относящееся скорее к изящности, нежели к достоверности науки. Примечательно в ней также и то, что она до сих пор не могла сделать шага вперед и, судя по всему, она кажется наукой вполне законченной и завершенной»².

Отчетливую критику подобных заявлений, казалось бы, можно представить, проследив развитие логики до наших дней. Этой науке, безусловно, «приходилось делать шаги», и за два с половиной тысячелетия ее история пережила три крупных периода своего развития³, которые можно обозначить как античная логика (V—III в. до н. э.), схоластическая логика (середина XII в. — середина XIV в.) и современная логика (середина XIX в. — XX в.). И если сомнения в динамике логических исследований спровоцированы давностью и непростой (непрозрачной) различимостью первых двух периодов, из соображений удобства все же иногда объединяемых названием «традиционная формальная логика», то последний период, названный «символическая (или математическая) логика», оказался настолько радикальным, что должен бы был избавить от сомнений.

Однако и сегодня многие из тех, в принципе, немногих,

¹ Минто В. Дедуктивная и индуктивная логика. Екатеринбург, 1997. С. 9.

² Кант И. Критика чистого разума. М., 1994. С. 14.

³ См., например: Вригт Г. Х. фон. Логика и философия в XX веке // Вопр. филос. 1992. № 8. С. 80—91.

кому предоставлялась возможность получить знакомство с логической культурой в рамках среднего ли, высшего ли образования, предпринимают, кажется, неимоверные усилия, чтобы остаться не особенно-то посвященными в современные таинства «странной и магической науки “Логики”»¹. Впрочем, наблюдаемый даже в образованной и интеллектуально искушенной среде дефицит внимания к многочисленным современным, в том числе и философским, логическим исследованиям легко объясним: освоение прогрессивно увеличивающегося технического материала современной логики — достаточно трудоемкое занятие, требующее затрат физических, психических и временных ресурсов. «Поэтому в нынешней ситуации беспокоит не столько некомпетентность некоторых философских интерпретаций таких известных результатов, как теорема Геделя, сколько нежелание (или неспособность) многих философов, следуя Сокрыту, признать всю меру своей некомпетентности»².

Вместе с тем владение логической культурой не прихоть. Это признают даже те, кто невнимателен к генезису и развитию логического знания. По сути, обычно предполагается некоторая общественная действенность логики, причем в современной ситуации эта действенность не может быть осознана вне признания социального многообразия и вытекающей отсюда важнейшей проблемы толерантности. Тем самым наука самого высокого уровня абстракции имеет вполне конкретное отношение к комплексу так называемых глобальных проблем цивилизации. Однако важнейшие вопросы логико-толерантного характера не только остаются открытыми, но, по всей видимости, в большинстве своем еще даже не сформулированы. Рассмотрим некоторые обладающие высокой степенью общности и потому тесно связанные друг с другом проблемы.

Во-первых, имеет место известная *проблема определения понятия толерантности*. Отсутствие согласия по вопросу о том, что представляет собой толерантность, является

¹ Выражение принадлежит А. С. Карпенко, произнесено во время выступления, посвященного памяти российского логика и философа В. А. Смирнова (см.: Карпенко А. С. Учитель // Логические исследования. Вып. 4. М., 1997. С. 20—24).

² Хинтиikka Я. Логика в философии — философия логики. С. 36.

вполне естественной ситуацией. Сложность заключается не столько в выборе среди множества уже существующих и возможных дефиниций, которые располагаются на одной интеллектуальной шкале между полюсами предельной абстрактности и максимальной конкретности, сколько в поиске контекстуально (исторически, культурологически) определенных критериев выбора. Причем такая «вертикальная» множественность дополняется «горизонтальным» разнообразием средств (языков) формулировки. Речь должна идти не о поиске универсальной дефиниции, а о способах сравнения и переводов различных определений понятия толерантности в пространстве возможных формулировок.

Во-вторых, должен быть поставлен *вопрос о логической роли (функции) толерантности как ценности современной культуры*. Такие социально значимые понятия, как определенность, последовательность и непротиворечивость рассуждений, получили экспликацию в классической логике. Развитие неклассических логик позволяет подойти к экспликации таких понятий, каждое из которых может рассматриваться как некоторый аспект толерантности: отношение подобия (такое рефлексивное и симметричное отношение в математике традиционно называют именно толерантностью); неопределенность (провалы значений), нечеткость, многозначность (интересно значение «индифферентно») истинностных оценок; немонотонность, релевантность, конструктивность рассуждений; паранепротиворечивость, т. е. нетривиальная противоречивость теорий (терпимость к противоречиям также традиционно именуют толерантностью) и др. Систематизация связей этих аспектов позволит говорить (в металогическом смысле) о логике толерантности.

В-третьих, опять же в связи с деуниверсализацией классической логики возникла *проблема наличия различных типов рассуждений*. И так же как в ситуации с возможностью различных дефиниций толерантности, сложность представляет поиск определенных (онтологических и гносеологических) критериев выбора или конструирования адекватной логики, применение которой не разрушит самобытности анализируемого контекста рассуждений. Само осознание данной проблемы позволяет говорить не только

о возможности формирования особой логики толерантности, но и о толерантном характере современной логики в целом.

Трудно сказать, какая из рассмотренных проблем имеет наибольшую степень общности, они настолько взаимосвязаны, что легче воспринимать их как различные срезы одного проблемного пространства. Все же особенности сложившихся подходов к этим проблемам делают видимой следующую структуру:

— первая проблема обсуждается на общефилософском уровне, но не использует арсенал современной логики;

— вторая проблема в значительной мере технически разрабатывается в рамках логических исследований, но имеет слабую и разрозненную философскую рефлексию;

— третья проблема имеет металогический характер и рассматривается в рамках философии логики.

Именно в силу равноправного принятия философских и технических методов исследования *проблема обоснования критериев выбора среди различных типов рассуждений* может восприниматься как центральная проблема логикотолерантного характера.

2. Онто-гносеологические основания логического анализа

Опыт философского осмысления положения об основании чрезвычайно богат¹: Лейбниц, Кант, Хайдеггер и др. Само выражение «Ничего нет без основания» («Nihil est sine ratione») провоцирует некоторый казус: претендуя на место первого звена в любой цепи обоснования, оно, вопреки собственному заявлению, тем самым лишает себя возможности быть обоснованным. Сложность ситуации усугубляется при рассмотрении вопроса обоснованности логического рассуждения (т. е. обоснованности самого дискурсивного обоснования чего-либо), хорошей иллюстрацией чему служит знаменитый парадокс Льюиса Кэрролла², на

¹ Хайдеггер М. Положение об основании. СПб., 1999.

² Кэрролл Л. Что черепаха сказала Ахиллу // Кэрролл Л. История с узелками. М., 1985. С. 368—372.

который Д. Хофштадтер обращает пристальное внимание в связи с проблемами автоприменимости¹: обоснование обоснования. Неужели Лейбниц в качестве дополнительно-го закона логики предложил вариант формулировки парадокса автоприменимости?!! Парадоксальность положения, на наш взгляд, разрешается возможностью разделения уровней обоснования.

Понимание важности онтологического и гносеологического аспектов проблемы наметилось достаточно давно. По свидетельству Канта, Крузиус указал на различие оснований познания и оснований бытия: «Первый вид основания я называю *логическим основанием*, потому что его отношение к следствию может быть усмотрено логически, т. е. с (полной) ясностью по закону тождества; второй же вид основания я называю *реальным основанием*, потому что это отношение хотя и принадлежит к моим истинным понятиям, однако самый характер его никак не может быть предметом обсуждения»².

Вопреки кантовскому заявлению, мы сделаем предмет нашего обсуждения и гносеологическую, и онтологическую составляющую вопроса об основаниях логического анализа. Суть этого вопроса в признании сочетания объективного и идеального характера логического знания.

Проблема обоснования логического анализа естественным образом нивелировалась бы, будь принципы логики — законами психики, или будь они априорно присущи уму. Но логические формы и законы не есть связи и отношения, имеющие место в мире действительного, они не являются и какими-либо их прямыми прообразами, зеркальными отображениями. Логические структуры не представляют собой также связей феноменов сознания. Они имеют *идеальный характер*, т. к. связывают теоретические объекты, возможность многообразия которых объясняет феномен многообразия логических систем, но они имеют и *объективный характер*, т. к. основывающиеся на них

¹ Хофштадтер Д. Гедель, Эшер, Бах: эта бесконечная гирлянда (метафорическая fuga о разуме и машинах в духе Льюиса Кэрролла). Самара, 2001.

² Кант И. Соч.: В 6 т. Т. 1. М., 1964. С. 121.

логические выводы обеспечивают истинность заключений при истинности посылок.

В лингвистической форме идея обусловленности способов мышления структурой используемого языка и обусловленности последнего допущениями о познаваемом формулировалась многими исследователями: «дух языка» у Гумбольдта, гипотеза Сепира—Уорфа, «перспектива мира» у Айдукевича, теория языковых каркасов Карнапа и др. Структуры лингвистического и логического характера в естественных языках находятся в сложной взаимосвязи, и по-настоящему удовлетворительной теории их соотношения нет, однако опыт анализа естественных языков, безусловно, является полезным и для формально-логической проблематики.

Рискуя быть не совсем точными в трактовке философской позиции И. Канта, мы, для прояснения философской насыщенности обсуждаемой проблематики, используем известную «критическую» терминологию и соотнесем логический анализ (как вид дискурсивной практики) с рассудочной деятельностью. Тем самым мы соотносим чистый разум, функция которого заключается в нахождении общего, подчиняющего рассудочную деятельность принципа, с логической семантикой. «Именно логическая семантика как раздел логики, ориентированный на обоснование логических правил и процедур, существенно опирается на теорию познания»¹.

Вопросы обоснования логического анализа решаются в рамках логической семантики применяемых систем. Различают следующие предпосылки логических систем:

— *онтологического* характера, связанные с объектами рассмотрения, например, мирами, событиями и др.;

— *гносеологического* характера, связанные с определениями истинностного значения суждений, логического следования и др.

Разбор этих предпосылок оправданно начать с базового пропозиционального уровня семантики формальных систем, которые обосновывают логический анализ статических контекстов.

¹ Смирнова Е. Д. Логика и философия. М., 1996. С. 4.

Некоторые нотационные соглашения

Из соображений компактности изложение при этом будет опираться на следующую общую структуру ассерторических пропозициональных логических систем со стандартной, в духе Крипке, семантикой возможных миров:

— в основе языка всегда лежит счетное и непустое множество пропозициональных переменных — Φ_0 ;

— алфавит всегда содержит стандартные пропозициональные связи;

— всегда имеется синтаксическая категория формул — Φ , правильная форма которых всегда стандартно определяется на основании элементов Φ_0 ($\Phi_0 \subseteq \Phi$) с помощью пропозициональных связок;

— семантическая модель всегда есть пара $M = \langle W, V \rangle$, где W есть непустое множество, а V есть функция означивания для $p \in \Phi_0$.

Известная и утверждаемая многие века субъективно-предикатная структура суждения была резко отвергнута Г. Фреге: «При любом истолковании суждения нет места различению *субъекта* и *предиката*»¹. С современной точки зрения нет универсального критерия предпочтения в подходе к структуре суждения, поскольку принимаются к рассмотрению формальные языки с различными категориальными системами. Например, в силлогистике, использующей выражения типа «Все S суть P », все термины принадлежат к категории общих имен (включая пустые). В языках фреге-расселовского типа, т. е. языках исчислений предикатов или теории типов, принимаются категории предложений и собственных имен. В «онтологии Лесневского» работают категории предложений и имен (общих, пустых или собственных — различия между ними игнорируются). Многооб-

¹ Фреге Г. Исчисление понятий, язык формул чистого мышления, построенный по образцу арифметического // Фреге Г. Логика и логическая семантика: Сб. тр. М., 2000. С. 69.

разие категориальных систем формальных языков не исключает традиционного понимания суждения как мысли (смысла предложения), в которой утверждается (или отрицается) некоторое событие (положение дел).

Интересующий нас в данном исследовании пропозициональный уровень логических систем требует вспомнить, что «термин «proposition» неоднозначен. Нередко под «proposition» имеют в виду само предложение, могущее быть истинным или ложным. В этом случае естественно переводить этот термин русским словом «высказывание». С другой стороны, под «proposition» имеется в виду мыслимое содержание предложения, множество возможных миров (полных состояний), в которых оно истинно. В этом случае данный термин естественно переводить как мыслимое положение дел, интенционал предложения, пропозициональный концепт, ситуация, может быть, даже сведения, информация. Дело осложняется в силу того, что пропозициональная логика может иметь различные интерпретации: с одной стороны, она имеет высказывательную интерпретацию, с другой — событийную. Возможно, преимуществом русского языка является то, что он не имеет прямого аналога термина «proposition». При переводе, когда не было возможности однозначной трактовки термина «proposition», была использована калька «пропозиция»¹.

Таким образом, событиями, в зависимости от предпосылок выбранного языка, могут считаться: отношения между классами, приписывания свойств индивидам (акты предикации), определение элемента в класс и т. д. «Ту часть содержания, которая в ... суждениях является одной и той же, я называю *понятийным содержанием (begrifflicher Inhalt)*»², — замечал Г. Фреге. Он различал содержания, преобразуемые в суждения, и не допускающие такого преобразования (*beurtheilbare und un beurtheilbare Inhalte*).

В данном исследовании используется различие событийной и сентенциальной (высказывательной) интерпретаций

¹ Смирнов В. А. Вклад Г. Х. фон Вригта в логику и философию науки // Вригт Г. Х. фон. Логико-философские исследования. М., 1986. С. 14.

² Фреге Г. Исчисление понятий, язык формул чистого мышления, построенный по образцу арифметического // Фреге Г. Логика и логическая семантика: Сб. тр. М., 2000. С. 69.

пропозициональной логики, а также — рассматривается их синтез в рамках идеи *комбинированных логик*. Но ключевым является следующий вопрос: может ли утверждаться *динамическое содержание*, т. е. могут ли считаться событием в логической семантике отношения между отношениями или формальными программами (вычислительными процессами приписывания значений¹)? Вопрос этот в результате получает утвердительное решение.

3. Идея комбинированных логик

Возможность целостного представления онто-гносеологических оснований логического анализа статических контекстов хорошо иллюстрируется с помощью идеи *комбинированных логик*. Эту идею, выдвинутую В. А. Смирновым², следует считать удачным выражением варианта обобщения тенденции современной логики к анализу и синтезу онтологических и гносеологических предпосылок логических систем. Указанная тенденция впервые была осмыслена русским логиком В. А. Васильевым; его взгляды оказали большое влияние на формирование идеи комбинированных логик. Идея Н. А. Васильева состояла в различении онтологического, эмпирического уровня логики и гносеологического, абстрактного (металогического — по терминологии Васильева) уровня.

Следует сказать, что судьба логических идей Н. А. Васильева³ (1880—1940) сложна и драматична. Первая же его статья (1910) обратила на себя внимание научной общественности. Основные, правда немногочисленные, его работы по логике публиковались в солидных изданиях, например, в международном журнале «Логос». Но в силу целого ряда обстоятельств (откровенная авангардность его идей, отсут-

¹ Гольдблатт Р. Логика времени и вычислимости. М., 1992. С. 111.

² Смирнов В. А. Логические методы анализа научного знания. М., 1987. С. 211; Смирнов В. А. Утверждение и предикация. Комбинированные исчисления высказываний и событий // Синтаксические и семантические исследования неэкстенциональных логик. М., 1989. С. 27—35; Смирнов В. А. Комбинирование исчислений предложений и событий и логика истины фон Фригга // Исследования по неклассическим логикам. М., 1989. С. 16—29.

³ Васильев Н. А. Воображаемая логика. Избр. тр. М., 1989.

ствие переводов на европейские языки, социальные катаклизмы и др.) ситуация сложилась таким образом, что сейчас можно смело говорить лишь о начале осмысления логических идей Н. А. Васильева. И потому даже в обществе людей, получивших философское или математическое образование, фигура Н. А. Васильева, ставшего для логики тем, кем Н. И. Лобачевский является для геометрии, по-прежнему остается, по большому счету, неизвестной. Только в среде профессионально занимающихся логикой о нем уже говорят как о «звезде первой величины в логической мысли человечества»¹, ставя его имя в один ряд с именами Аристотеля, Г. В. Лейбница, Дж. Буля, Г. Фреге, Б. Рассела, Л. Витгенштейна и др.

Возможности конструирования неклассических логик обсуждались в начале нашего века также в работах Л. Брауэра и Я. Лукасевича, но идеи Н. А. Васильева были богаче и шире. Указанные авторы независимо друг от друга пришли к выводу, что пересмотр основных законов аристотелевской логики влечет к построению неаристотелевской логики, при этом обычными были ссылки на пример построения неевклидовой геометрии.

Именно в связи с реконструкцией систем неаристотелевских логик Н. А. Васильева² возник замысел логических исчислений такого типа, где онтологический (эмпирический) уровень отождествляется с силлогистикой или алгеброй классов³, а гносеологический (абстрактный) уровень отождествляется с логикой высказываний.

¹ Бажанов В. А. Прерванный полет. История «университетской» философии и логики в России. М., 1995. С. 10.

² В этой связи требует своего упоминания и другая идея В. А. Смирнова, восходящая к наследию Н. А. Васильева, идея *многомерных логик*. См.: Смирнов В. А. Аксиоматизация логических систем Н. А. Васильева // Современная логика и методология науки. М., 1987. С. 143—151; Смирнов В. А. Логические идеи Н. А. Васильева и современная логика // Васильев Н. А. Воображаемая логика. Избр. тр. М., 1989. С. 229—259; Смирнов В. А. Дважды алгебры и симметрические логики // Логические исследования. Вып. 1. М., 1993. С. 46—54; Смирнов В. А. Многомерные логики // Логические исследования. Вып. 2. М., 1993. С. 259—278.

³ О тесной связи между ними см.: Бочаров В. А. Булева алгебра в терминах силлогистики // Логические исследования (Тр. науч.-исслед. семинара по логике ИФРАН). М., 1983. С. 32—42; Смирнов В. А. Дефинициальная эквивалентность расширенной силлогистики булевой алгебре классов // Там же. С. 43—48.

Несмотря на свою значимость, наследие Н. А. Васильева не должно рассматриваться в качестве единственного источника идеи комбинированных логик. Например, близко этой идее не вошедшее, правда, в последующую логическую технику известное требование Г. Фреге различать предложения (Satz), суждения (Urteil) и содержания мысли (Gedanke). Предполагается, что имеется отличие акта предикации (синтеза свойства или отношения с объектом) от акта утверждения (соотнесения мыслимого содержания с реальностью, положением дел). Знак « \vdash », используемый Г. Фреге в «Begriffsschrift»¹ для выражения суждения, ставится слева от конфигурации знаков, указывающих содержание суждения. Вертикальная черта « \vdash », т. е. «штрих суждения», указывает на преобразование содержания в суждение. Горизонтальная черта « \dashv », т. е. «штрих содержания», указывает на «простую связь представлений» (по Фреге), положение дел, интенционал, концепт, ситуацию, событийно трактуемую пропозицию (в других трактовках). Сказанное позволяет интерпретировать построенное Фреге исчисление как вариант логики утверждения событий.

Значимыми как содержательно, так и в формальном отношении являются также следующие логические системы: комбинированная логика одноместных предикатов Гильберта-Аккермана², где внутренний, онтологический уровень представлен логикой классов, а внешний, гносеологический — пропозициональной логикой; внешние и внутренние связи в логике бессмысленности Д. А. Бочвара³, где утверждение используется как особый оператор.

«Вообще, стоит заметить, что идея разделения в одной

¹ Frege G. Begriffsschrift, eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens. Verlag von L. Nebert. Halle, 1879. (Русский пер.: Фреге Г. Шрифт понятий // Методы логических исследований. Тбилиси, 1987. С. 83—151; Он же. Исчисление понятий, язык формул чистого мышления, построенный по образцу арифметического // Фреге Г. Логика и логическая семантика: Сб. тр. М., 2000. С. 65—142).

² Гильберт Д., Аккерман В. Основы теоретической логики. М., 1947. С. 68—80.

³ Бочвар Д. А. Об одном трехзначном исчислении и его применении к анализу парадоксов классического расширенного функционального исчисления. Мат. сб. Т. 4, № 2. М., 1938. С. 287—308.

и той же системе логических операций на внутренние (язык-объект) и внешние (метаязык) является весьма плодотворной и возникала независимым образом у разных логиков. ... Однако подход В. А. Смирнова отличается все-таки необычайной широтой»¹. Для реализации идеи, например, строится алгебра событий (имена событий не есть утверждения).

Используются две формы записи:

$P(a)$ — представляет акт предикации и не является записью суждения;

$\Theta P(a)$, где Θ — указатель акта утверждения, но не сентенциальный или термовый оператор.

В логическую систему вводятся внутренние операции над событиями, они обеспечивают выражение онтологических законов, а внешние логические связи обеспечивают выражение гносеологических законов. Таким образом, к многообразию систем неклассической логики можно обращаться, пересматривая то онтологическую, эмпирическую, внутреннюю часть логики (логику событий), то гносеологическую, абстрактную, внешнюю часть логики (логику сентенций), то обе сразу.

* * *

В языке комбинированной пропозициональной логики² переменные из Φ_0 пробегают по атомарным событиям. Кроме множества событийных переменных и стандартных пропозициональных функторов, алфавит содержит связи событий \sim, \cap, \cup и оператор Θ .

Имеются две синтаксические категории:

— категория *формул* (Φ) и категория *событий* (событийные термы).

Множество событий обозначается Φ_c , и к стандартному описанию выражений в правильной форме добавляется:

— $\Phi_0 \subseteq \Phi_c$ (однако — $\Phi_0 \not\subset \Phi$);

¹ Карпенко А. С. Некоторые логические идеи В. А. Смирнова // Логические исследования. Вып. 5. М., 1998. С. 9—10.

² Форма представления системы несколько отличается от встречающихся в работах В. А. Смирнова, что объясняется потребностями унификации формулировок семантики логических систем в данной работе.

— если $a \in \Phi_c$ и $b \in \Phi_c$, то $\sim a \in \Phi_c$, $(a \cap b) \in \Phi_c$, $(a \cup b) \in \Phi_c$, $\Theta a \in \Phi$, $\Theta \sim b \in \Phi$, $\Theta(a \cap b) \in \Phi$, $\Theta(a \cup b) \in \Phi$.

Для каждого атомарного события $p \in \Phi_0$ имеет место:

$$V(p) \in \mathbb{III},$$

где V теперь есть функция означивания с областью определения Φ_0 , а \mathbb{III} — семейство подмножеств W .

Функция V распространяется на все событийные термы, причем выполняются следующие условия (в правой части равенств используются знаки метаязыка):

$$V(\sim a) = \sim V(a);$$

$$V(a \cap b) = V(a) \cap V(b);$$

$$V(a \cup b) = V(a) \cup V(b).$$

На модельную структуру для систем логики с различными онтологическими предпосылками (различной алгеброй событий) накладываются дополнительные ограничения:

— для классической внутренней логики \mathbb{III} будет булевой алгеброй ($\mathbb{III} = 2^W$);

— для интуиционистской — например, алгеброй Хао Вана;

— для параконсистентной — например, алгеброй, двойственной алгебре Хао Вана.

В. А. Смирнов строит систему СМ, которая для современной репрезентации «воображаемой логики» Н. А. Васильева, по замыслу автора, комбинирует внутреннюю алгебру классов де Моргана в качестве алгебры событий и внешнее классическое исчисление высказываний. Примером комбинированной логики, в которой внутренняя алгебра является классической булевой, а внешняя неклассическая логика является интуиционистской, служит построенная В. А. Смирновым система IB.

Оценка утверждений атомарных выражений:

$$M, s \models \Theta p \Leftrightarrow s \in V(p)$$

в комбинированной пропозициональной логике стандартно рекурсивно распространяется на утверждения любых выражений.

Схемы аксиом зависят от типа внутренней и внешней

составляющей конкретной комбинированной логической системы, единственным правилом вывода стандартно может служить *modus ponens*. Возможны секвенциальные формулировки систем комбинированных логик. В работах В. А. Смирнова имеется распространение изложенного подхода на логику предикатов, а также некоторая обобщенная формулировка комбинированной логики.

Различение и обобщение структурно-функциональных отношений онтологических и гносеологических оснований не ограничивается лишь логико-семантическими исследованиями формальных систем, анализирующих статические контексты. В дальнейшем будет показана связь идеи комбинированных логик с таким обобщением мультимодальных логик, как динамическая логика.

4. Логика и динамика •

Постановку проблемы «особого отношения» чистого становления с языком Ж. Делез усматривает в «Кратиле» Платона: «... нет ли вообще двух языков или, скорее, двух типов «имен»: один обозначает паузы и остановки, испытывающие воздействие Идеи, другой выражает движение и мятежное становление»¹. Тему «динамического языка» можно встретить в одной из интеллектуально-аллегорических новелл Х. Л. Борхеса — «Тлен, Укбар, Orbis Tertius»: «Мир для них — не собрание предметов в пространстве, но пестрый ряд отдельных поступков. Для него характерна временная, а не пространственная последовательность. В предполагаемом *Ursprache* Тлена, от которого происходят современные языки и диалекты, нет существительных, в нем есть безличные глаголы с определениями в виде односложных суффиксов (или префиксов) с адвербальным значением»².

Предлагается продолжить обсуждение данной темы

¹ Делез Ж. Логика смысла. М., 1995. С. 14.

² Борхес Х. Л. Проза разных лет. М., 1989. С. 54.

в рамках логической семантики. Известно семантически важное разделение знаков на две группы: константы и переменные. Переменные, конечно, подразумевают изменение, но не онтологического, а гносеологического характера: изменяемость («пробег») значения как его неопределенность. Наша задача — обосновать возможности выражения в логической семантике изменений онтологического характера.

Действительно, легко почувствовать существенное различие следующих семантических характеристик:

— во-первых, суждение «Эта река разлилась», которое указывает на статическое событие (состояние объекта), может *менять свое значение* в различных ситуациях;

— во-вторых, суждение «Эта река разливается», которое также может иметь различное значение в различных ситуациях, уже само указывает на динамическое событие (*процесс изменения объекта*).

«То, что “все вещи изменяются (flow)”, представляет собой первое смутное обобщение, которое было сделано несистематической и еще далекой от аналитичности человеческой интуицией»¹, к познанию этого феномена так или иначе обращались все философские концепции², но и сегодня анализ процессуально-динамических контекстов остается открытым для логико-методологических исследований по поиску соответствующего концептуального аппарата.

Сделаем ссылку на уже потерявшее остроту актуальности заявление Г. Х. фон Вригта: «Формальная логика, та, которую мы сегодня знаем, по существу является логикой *статичного* мира. ... Она не предоставляет места для *изменений* в этом мире. ... Действия все-таки существенно связаны с изменениями»³. Но теперь, и безусловно не без

¹ Уайтхед А. Н. Процесс и реальность // Уайтхед А. Н. Избранные работы по философии. М., 1990. С. 272—304, 293.

² См., например: Арлычев А. Н. Проблема познания процесса в философии и науке // Вопр. филос. 1999. № 3; Костюк В. Н. Изменяющиеся системы. М., 1991.

³ Wright G. H. von. Norm and Action. A Logical Enquiry. London, 1963. P. 15. (Deutsch: «... die formale Logik, so wie wir sie heute kennen, im wesentlichen die Logik einer *statischen* Welt ist. ... Es ist kein Platz für *Veränderungen* in dieser Welt. ... Handlungen sind jedoch wesentlich mit *Veränderungen* verknüpft». Wright G. H. von. Norm und Handlung. Eine logische Untersuchung. Scriptor Verlag, Königstein/Ts., 1979).

влияния самого Г. Х. фон Вригта, ситуация существенно изменилась.

Формальные системы, обосновывающие логический анализ динамических контекстов, безусловно, имеют свои особенности. Выражение *контекстуально в динамическом отношении*, если для оценки его смысла необходимы уточнения с использованием динамических характеристик, т. е. понятий, связанных с категорией изменения: начальное и конечное состояние, переход между состояниями, обратный переход, последовательное или параллельное выполнение перехода и т. п.

Наиболее важные общие тенденции, связанные с изучением динамических категорий, в современной логике следующие: логический анализ временных отношений, изменений, программ и человеческих действий. Вопрос об изменении также характерен для построений систем *неклассической логики* (например, взаимосвязь противоречий и изменений в паранепротиворечивой логике¹, или принципиальная пополняемость знания в логике интуиционистской²) и систем *модальной логики*³ (бинарное отношение перехода, или достижимости, между мирами).

* * *

Далее в работе осуществляется подход к рассмотрению концептуального аппарата такого естественного и далеко идущего обобщения модальной логики, как динамическая логика — мультимодальная система, где каждая модальная связка проиндексирована формальной программой⁴.

¹ Вригт Г. Х. фон. Время, изменение и противоречие // Вригт Г. Х. фон. Логико-философские исследования. М., 1986. С. 519—520.

² Гейтинг А. Интуиционизм: Введение. М., 1969.

³ Фейс Р. Модальная логика. М., 1974; Семантика модальных и интенциональных логик. М., 1981.

⁴ См. обзор работ по динамическим логикам, например, в следующих статьях: Акылбекова Е. А. О полноте и разрешимости некоторых программных логик // Вопросы кибернетики. Неклассические логики и их применение. М., 1982. С. 143—164; Столбоушкин А. П., Тайцлин М. А. Динамические логики // Кибернетика и вычислительная техника. Вып. 2. М., 1986. С. 180—230; Гольдблатт Р. Логика времени и вычислимости. М., 1992. С. 102.

Динамической логикой называют формальную систему, в которой вырабатываются средства выражения динамических категорий, причем особенно важную роль играют именно изменения статических положений дел формальной программой. Первые планы динамической логики в этом смысле были развиты, среди прочих, Ф. Праттом¹, а в ее пропозициональной форме динамическая логика была основана М. Фишером и Р. Ладнером², и с тех пор она многократно обрабатывалась, развивалась и расширялась³.

В дальнейшем будет показано, что основополагающие для создания комбинированных логик идеи анализа и синтеза онтологических и гносеологических предпосылок приобретают особую значимость при переходе от описаний статических положений дел к рассмотрению их изменений. Термин «событие» при этом получает новую формально-логическую экспликацию, сохраняя содержательно более традиционную (М. Хайдеггер, Т. А. ван Дейк) динамическую характеристику: «Термин “событие” (event) обычно определяется в лингвистических и когнитивно-психологических работах формально-логически, через понятие изменения»⁴.

5. Динамическая логика как модальная логика

Предварительно следует рассмотреть стандартную систему динамической логики, которая базируется на классической пропозициональной логике, т. е.

PDL — *пропозициональную динамическую логику*.

¹ Pratt V. R. Semantical considerations on Floyd-Hoare logic, Proc. 17th IEEE Symp. On Foundations of Computer Science, 1976. P. 109—121.

² Fischer. M. J., Ladner R. F. Propositional dynamic logic of regular programs // J. Comp. Syst. Sci. 1979, № 18. P. 194—211.

³ См. например: Pratt V. R. Process Logic: Preliminary Report. Proc. 6th ACM Symp. on Princ. of Progr. Lang., 1977; Passy S. I. Combinatory Dynamic Logic, 1984; Segerberg K. Applying modal logic. Studia logica, 1980. V. 39, № 2/3. Сегерберг К. «После» и «во время» в динамической логике // Модальные и интенциональные логики и их применение к методологии науки. М., 1984, С. 58—80; Шалак В. И. Динамическая интерпретация высказываний // Логические исследования. Вып. 2. М., 1993. С. 68—81; Шалак В. И. Теория пропозициональных программ // Тр. науч.-исследо. семинара Логического центра Ин-та философии РАН. М., 1997. С. 41—47; Шалак В. И. Теория пропозициональных программ // Логические исследования. Вып. 5. М., 1998. С. 163—170.

⁴ Шабес В. Я. Событие и текст. М., 1989. С. 15.

Формулировка ее мультимодального языка с модальными операторами, индексированными множеством программ послужит отправным пунктом развития концептуального аппарата динамической логики, выявления и типологизации ее онто-гносеологических предпосылок.

В структуру языка PDL к основному множеству пропозициональной логики (Φ_0 — трактуется сентенциально) без пересечения добавляется второе счетное и непустое множество:

Π_0 — множество атомарных программ.

Кроме стандартных пропозициональных функторов алфавит содержит динамические операторы — $[]$, $\langle \rangle$ и связки программ¹ — $;$, \cup , $*$, $?$.

PDL имеет две синтаксические категории: категорию *формул* (Φ) и категорию *программ* (программные термины). Множество программ обозначается Π , и к стандартному описанию выражений в правильной форме добавляются следующие пункты:

— $\Pi_0 \subseteq \Pi$;

— если $A \in \Phi$ и $B \in \Phi$, $\alpha \in \Pi$ и $\beta \in \Pi$, то $[\alpha]A \in \Phi$, $\langle \alpha \rangle A \in \Phi$, $(\alpha; \beta) \in \Pi$, $(\alpha \cup \beta) \in \Pi$, $\alpha^* \in \Pi$, $A? \in \Pi$.

Прочтения:

— $[\alpha]A$ — «после выполнения α необходимо A »;

— $\langle \alpha \rangle A$ — «после выполнения α возможно A »;

— $(\alpha; \beta)$ — «выполнить α и затем выполнить β » («последовательное выполнение программ»);

— $(\alpha \cup \beta)$ — «выполнить α или β » («альтернативное выполнение программ»);

— α^* — «повторить выполнение α конечное число (> 0) раз» («итерация программы»);

— $A?$ — «проверить A » («тестирование состояния»).

Принимается, что

$\langle \alpha \rangle A \Leftrightarrow \neg [\alpha] \neg A$.

Другие возможные конструкции также могут являться дефиниционными сокращениями комплексных выражений, например:

¹ Вопрос о динамическом (программном) аналоге полного функционального набора из этих связок, как представляется, может иметь положительное решение.

$(A?; \alpha) \cup (\neg A?; \beta)$ — означает «если A , то α , иначе β »;

$(A?; \alpha)^*; \neg A?$ — означает « α выполняется, пока A »;

$\alpha; (\neg A?; \alpha)^*$ — означает « α повторяется до A ».

В основе семантики PDL по-прежнему лежит W — множество возможных миров (полных состояний), а V здесь функция означивания с областью определения $\Phi_0 \cup \Pi_0$, и означивание атомарной программы $\pi \in \Pi_0$ представлено бинарным отношением на этом множестве:

$$V(\pi) \subseteq W \times W.$$

Оценка атомарных выражений:

$$M, s \models ps \in V(p)$$

в PDL рекурсивно распространяется на любые выражения.

К стандартному определению означивания добавляются следующие пункты (в правой части равенств используются знаки метаязыка):

$$M, s \models [\alpha] A \Leftrightarrow (\forall t \in W) (<s, t> \in V(\alpha) \rightarrow M, t \models A);$$

$$M, s \models <\alpha> A \Leftrightarrow (\exists t \in W) (<s, t> \in V(\alpha) \wedge M, t \models A);$$

$$V(\alpha; \beta) = \{<s, t> \mid \exists u (<s, u> \in V(\alpha) \wedge <u, t> \in V(\beta))\};$$

$$V(\alpha \cup \beta) = V(\alpha) \cup V(\beta);$$

$$V(A?) = \{<s, s> \mid M, s \models A\};$$

$V(\alpha^*) = \{<s, t> \mid \exists m (<s, t> \in V(\alpha^m))\}$ (причем α^m определяется следующим образом: $\alpha^0 = T?$, $\alpha^1 = \alpha$, $\alpha^{m+1} = (\alpha; \alpha^m)$ для всех m при $1 \leq m$).

Следующие схемы аксиом и правила вывода формулируют полную и непротиворечивую систему PDL:

(PL) схемы аксиом пропозициональной логики;

(K) $[\alpha] (A \rightarrow B) \rightarrow ([\alpha] A \rightarrow [\alpha] B)$;

(Comp) $[\alpha; \beta] A \Leftrightarrow [\alpha] [\beta] A$;

(Union) $[\alpha \cup \beta] A \Leftrightarrow [\alpha] A \wedge [\beta] A$;

(Test) $[A?] B \Leftrightarrow (A \rightarrow B)$;

(Mix) $[\alpha^*] A \Leftrightarrow A \wedge [\alpha] [\alpha^*] B$;

(Ind) $[\alpha^*] (A \rightarrow [\alpha] A) \rightarrow (A \rightarrow [\alpha^*] A)$.

Кроме modus ponens, содержится следующее правило вывода:

(Gd) Если $\vdash A$, то $\vdash [\alpha] A$.

В PDL существует возможность составлять из атомарных программ комплексные (молекулярные) таким образом, что легко обсуждаются вопросы следующего типа:

— при каких условиях имеет место, например, *последовательное выполнение различных изменений* или же *случайный выбор между возможными изменениями*.

Следовательно, какие-либо оценки комплексных изменений в динамической логике сводятся к оценкам их составных частей. Вообще же об изменении в PDL получают знание только телеологическим образом, отвечая на вопрос:

— *в какой ситуации оно может начинаться и затем, к чему может привести его выполнение.*

«Динамическая логика — широкая область, дальнейшее изучение которой связано с варьированием класса программ и его свойств¹». В PDL допускается, что любая программа $\alpha \in \Pi$ может выполняться более чем одним способом, т. е. α является индетерминистической программой. Последнее предпочтительней для широкой интерпретации динамических структур, ведь даже такое нехитрое действие, как «бросок игральной кости», обычно приводит к одному из шести возможных положений дел. Но для механистической интерпретации, в некоторых случаях, естественным будет требование, чтобы атомарные программы $\pi \in \Pi_0$ были детерминистическими², тогда V становится частичной функцией и общезначимой является следующая аксиомная схема:

(Det) $\langle \alpha \rangle A \rightarrow [\alpha] A$.

Мы будем рассматривать только индетерминистический вариант динамической логики. Более того, мы намерены отойти от известной по литературе трактовки систем динамической логики, связанной, прежде всего, с такими проблемами информатики, как синтез и верификация программ.

¹ Гольдблатт Р. Логика времени и вычислимости. М., 1992. С. 108.

² Валиев М. К. О пропозициональных программных логиках // Вопросы кибернетики. Неклассические логики и их применение. М., 1982. С. 23—36; Столбушкин А. П., Тайцлин М. А. Динамические логики // Кибернетика и вычислительная техника. Вып. 2. М., 1986. С. 180—230.

Содержательная механистическая интерпретация программы только через изменение состояний технического устройства по ходу ее выполнения может быть трансформирована путем более тонких модификаций динамической логики и распространена на анализ динамических контекстов различной природы, даже такой сложной формы, как человеческие действия.

Неизбежная «узость», ограниченность формально-логического подхода анализа феномена процессуальности мира осознается нами, но не рассматривается как убедительное основание для отказа от разработки этой модели, пусть и упрощенной, но интересной самой по себе и методологически полезной для анализа многих проблем философии науки и техники. Тем более что альтернативные подходы также не лишены своих недостатков, а полный отказ от разработки концептуального аппарата, адекватного обсуждаемой проблеме изменений, методологически неприемлем.

* * *

Модификации модальных операторов.

Представляется значимым и возможным расширение подхода В. Пратта и К. Сегерберга¹, где, кроме традиционных «после» операторов ($[]$, $<$ $>$), рассматриваются «во время» операторы ($[[]]$, $< >$).

Прочтение выражений:

$[[\alpha]]$ А читается — «во время выполнения α необходимо А»;

$< < \alpha > >$ А читается — «во время выполнения α возможно А».

В семантике соответственно различают два семейства бинарных отношений на W :

$R = \{ R(\alpha) \mid \alpha \in \Pi \}$ ($< s, t > \in R(\alpha)$ — «выполнение α от s до t »);

$S = \{ S(\alpha) \mid \alpha \in \Pi \}$ ($< s, t > \in S(\alpha)$ — «выполнение α от s через t »).

¹ Сегерберг К. «После» и «во время» в динамической логике // Модальные и интенциональные логики и их применение к проблемам методологии науки. М., 1984. С. 58—81.

Тогда имеет место следующее:

$$M, s \models [\alpha] A \Leftrightarrow (\forall t \in W) (<s, t> \in R(\alpha) \rightarrow M, t \models A);$$

$$M, s \models <\alpha> A \Leftrightarrow (\exists t \in W) (<s, t> \in R(\alpha) \wedge M, t \models A);$$

$$M, s \models [[\alpha]] A \Leftrightarrow (\forall t \in W) (<s, t> \in S(\alpha) \rightarrow M, t \models A);$$

$$M, s \models <<\alpha>> A \Leftrightarrow (\exists t \in W) (<s, t> \in S(\alpha) \wedge M, t \models A).$$

В стандартном (но не в любом) случае $S(\pi) = V(\pi)$, тогда имеет место следующее условие для атомарной программы $\pi \in \Pi_0$:

$$S(\pi) = R(\pi) \cup \{<s, s> \mid s \in W\},$$

оно рекурсивно распространяется на комплексные выражения.

Расширение этого подхода осуществляется за счет рассмотрения «до» операторов, например:

— $A[\alpha]$ читается — «до выполнения α необходимо A »;

— $A<\alpha>$ читается — «до выполнения α возможно A ».

Определение означивания тогда содержит следующие пункты:

$$M, s \models A[\alpha] \Leftrightarrow (\forall t \in W) (<s, t> \in R(\alpha) \rightarrow M, s \models A);$$

$$M, s \models A<\alpha> \Leftrightarrow (\exists t \in W) (<s, t> \in R(\alpha) \wedge M, s \models A).$$

В семантику, конечно же, легко вводится эксплицирующая *обратное изменение* (возвращение) программа $\alpha^{-1} \in \Pi$, обратная к $\alpha \in \Pi$:

$$V(\alpha^{-1}) = \{<s, t> \mid <t, s> \in V(\alpha)\}.$$

Тогда $A[\alpha] \Leftrightarrow [\alpha^{-1}] A$ и $A<\alpha> \Leftrightarrow <\alpha^{-1}> A$, однако, в общем случае, семейство бинарных отношений R может содержать и необратимые программы.

Рассмотренные «до» операторы необходимы, например, для обсуждения потенциальных возможностей выполнения программы.

Также естественным образом поднимается вопрос о введении «до», «во время» и «после» операторов действительности, например:

— $| \alpha | A$ читается — «после выполнения α действительно A »;

— $|| \alpha || A$ читается — «во время выполнения α действительно A »;

— $A | \alpha |$ читается — «до выполнения α действительно A ».

Определение означивания тогда содержит следующие пункты:

$M, s \models |\alpha| A \Leftrightarrow (\langle t, s \rangle \in R(\alpha) \wedge M, s \models A);$

$M, s \models \|\alpha\| A \Leftrightarrow ((\langle s, t \rangle \in S(\alpha) \vee \langle t, s \rangle \in S(\alpha)) \wedge M, s \models A);$

$M, s \models A|\alpha| \Leftrightarrow (\langle s, t \rangle \in R(\alpha) \wedge M, s \models A).$

Такие операторы необходимы для объединения статических и динамических элементов концептуального аппарата логических систем.

Представляется, что все богатство исследований по модальной логике, со своими проблемами и решениями, может найти свое преломление в рамках концептуального аппарата модификаций динамической логики.

6. Динамическая логика как комбинированная логика

Осмысление *комбинированной структуры* динамической логики с внутренним уровнем программ и внешним высказывательным уровнем прежде всего позволяет выявить характер и роль онтологических и гносеологических предпосылок логических систем, обосновывающих способы рассуждения, адекватные распространению логического анализа на динамические контексты. К многообразию систем динамической логики можно обращаться, комбинируя вариации ее внутренней и внешней структурных частей. Такой подход способствует обогащению арсенала логических средств благодаря увеличению возможностей выбора путей модификации динамической логики. Последние мы рассмотрим:

— во-первых, проводя богатую аналогию «пропозиция — программа»;

— во-вторых, посредством обширных самостоятельных структурных возможностей семантики динамической логики, выходя за пределы указанных аналогий.

Варьирование онтологической (внутренней, программной) части динамической логики может быть весьма разнообразным и сочетать, например, аналоги событийной «неклассичности», а также — наличие синтаксических и семантических конструкций для выражения пропусков (псевдоизменений),

универсальных, безрезультатных, последовательных и параллельных изменений. Варьирование гносеологической (внешней, пропозициональной) части соответствует возможностям комбинированной логики, но гносеологические предпосылки динамической логики дополняются также неклассически-динамическим означиванием программ и рассмотренными выше модификациями модальных операторов.

Модификации по аналогии «пропозиция — программа».

Прежде всего осуществляется переход от *статического события*, понимаемого в комбинированной логике как некоторое множество возможных миров, к *динамическому событию* (изменению), понимаемому как множество упорядоченных пар возможных миров. Программы динамической логики эксплицируют изменения. Множество атомарных изменений может быть представлено множеством атомарных программ — Π_0 , которые связываются в комплексных выражениях внутренними, т. е. онтологическими связками.

Выделим подмножество квазистатических атомарных событий $\Phi_0^{st} \subseteq \Pi_0$, которое содержательно (но не формально) следует сопоставить с трактуемым событийно множеством пропозициональных переменных из комбинированной логики. Для всех $\pi \in \Phi_0^{st}$ имеет место:

$$V(\pi) \subseteq \{ \langle s, s \rangle \mid s \in W \},$$

т. е. множество квазистатических атомарных событий есть множество тестов сентенциально трактуемых пропозициональных переменных:

$$\Phi_0^{st} = \{ p? \mid p \in \Phi_0 \}.$$

Множество тестов $\Phi^{st} \subseteq \Pi$ следует сопоставить с множеством событий Φ_c из комбинированной логики.

Пусть $\alpha^0 = T?$ есть не производящая изменений программа, эксплицирующая пропуск (skip):

$$V(\alpha^0) = \{ \langle s, s \rangle \mid s \in W \} = S(\pi) \setminus R(\pi).$$

Таким образом, категорию формул вида Θa («утверждается, что событие a имеет место») пропозициональной

комбинированной логики следует содержательно сопоставить лишь с множеством формул вида $\|A?\| A$ («во время тестирования A действительно A ») динамической комбинированной логики:

$$M, s \models \|A?\| A \Leftrightarrow (\langle s, s \rangle \in S(\alpha) \wedge M, s \models A).$$

Дальнейшее обсуждение онтологических предпосылок основывается на том, что специфическими аналогами концептов *пропозициональных переменных* (Φ_0), т. е. подмножеств возможных миров из множества всех возможных миров, являются концепты *программных переменных* (атомарные программы — Π_0), т. е. подмножества упорядоченных пар возможных миров из декартового произведения множества всех возможных миров:

- для $p \in \Phi_0$: $V(p) \subseteq W$;
- для $\pi \in \Pi_0$: $V(\pi) \subseteq W \times W$.

Аналогия «пропозиция — программа», так или иначе, всегда предполагалась исследователями динамической логики, например, Р. Гольдблаттом: «Таким образом, Π играет для программ ту же роль, что и Φ играет для формул пропозициональной логики»¹.

Для универсальной пропозиции T , концепт которой представляет собой все множество возможных миров:

$$V(T) = W,$$

аналогом будет служить эксплицирующая *универсальное изменение* программа u , концепт которой представляет само декартово произведение множества возможных миров:

$$V(u) = W \times W.$$

Для пустой пропозиции, противоречия \perp , концепт которой представляет собой пустое множество:

$$V(\perp) = \emptyset,$$

аналогом будет служить эксплицирующая *безрезультатное*

¹ Гольдблатт Р. Логика времени и вычислимости. С. 102.

изменение (abort) тцетная программа n , концепт которой также представляет собой пустое множество:

$$V(n) = \emptyset.$$

Следует отметить, что семантически безрезультатная программа совпадает с тестом противоречия:

$$n = \perp?$$

* * *

Обсуждение стандартных (классических) гносеологических предпосылок динамической логики базируется на следующей аналогии означивания выражений:

— $M, s \models p$ означает «высказывание p истинно в мире s модели M »;

$M, (s, t) \models \pi$ означает «имеется π -вычисление с началом в мире s и окончанием в мире t модели M ».

Соответственно:

— $M, s \models \neg p$ означает «высказывание p ложно в мире s модели M »;

— $M, (s, t) \models \neg \pi$ означает «отсутствует π -вычисление с началом в мире s и окончанием в мире t модели M ».

Таким образом, получаем следующий ряд аналогий:

$$\begin{array}{ll} M, s \models p \Leftrightarrow s \in V(p); & M, (s, t) \models \pi \Leftrightarrow \langle s, t \rangle \in V(\pi); \\ M, s \models \neg p \Leftrightarrow \neg M, s \models p \Leftrightarrow & M, (s, t) \models \neg \pi \Leftrightarrow \neg M, (s, t) \models \pi \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow s \notin V(p) \Leftrightarrow s \in W \setminus V(p); & \Leftrightarrow \langle s, t \rangle \notin V(\pi) \Leftrightarrow \\ & \Leftrightarrow \langle s, t \rangle \in W \times W \setminus V(\pi); \\ M, s \models T; & M, (s, t) \models u; \\ M, s \models \perp. & M, (s, t) \models \neg n. \end{array}$$

Однако классический путь не должен рассматриваться как единственный. Представляются возможными и динамические аналоги гносеологических предпосылок неклассических логических систем.

В стандартной реляционной семантике в целях независимого определения понятий истинности и ложности для

атомарной пропозиции можно задать независимые друг от друга подобласти универсума W^1 :

- $V_t(p) \subseteq W$ — область p , т. е. миры, в которых p истинно;
- $V_f(p) \subseteq W$ — антиобласть p , т. е. миры, в которых p ложно.

Эти подобласти универсума автономно определяют истинность и ложность p соответственно следующим образом:

$$M, s \models p \Leftrightarrow s \in V_t(p);$$

$$M, s \models \neg p \Leftrightarrow s \in V_f(p).$$

Таким образом, отношения между областями и антиобластями атомарной пропозиции будут определять вариации отношений между истинностью и ложностью, т. е., в конечном счете, разнообразие типов логической семантики с различными отношениями логического следования. Е. Д. Смирнова отмечает, что можно ввести шестнадцать отношений по типу логического следования, и в силу взаимоотношений между ними рассматривает девять, достаточных для детерминации различных типов логик. Принимая в качестве гносеологических предпосылок логической системы различные условия отношений пересечения и объединения между классами $V_t(p)$ и $V_f(p)$:

$$1) V_t(p) \cap V_f(p) = \emptyset;$$

$$2) V_t(p) \cup V_f(p) = W,$$

можно получать

— то стандартную классическую семантику (принимая оба условия 1 и 2);

— то двойственную классической, например, релевантную семантику (отбрасывая оба условия 1 и 2);

— то семантику с истинностнозначными провалами (принимая условие 1 и отбрасывая условие 2);

— то двойственную последней семантику с пресыщенными оценками (отбрасывая условие 1 и принимая условие 2).

Для атомарной программы также следует задать независимые друг от друга подобласти декартового произведения множества миров:

¹ Смирнова Е. Д. Истинность и вопросы обоснования логических систем // Исследования по неклассическим логикам. М., 1989. С. 150—164.

$V^+(\pi) \subseteq W \times W$ — вычисления, выполняемые программой π ;

$V^-(\pi) \subseteq W \times W$ — вычисления, не выполняемые программой π .

Таким образом, получаем:

$M, (s, t) \geq \pi \Leftrightarrow \langle s, t \rangle \in V^+(\pi)$;

$M, (s, t) < \pi \Leftrightarrow \langle s, t \rangle \in V^-(\pi)$.

Принимая различные условия отношений пересечения и объединения между множествами $V^+(\pi)$ и $V^-(\pi)$, можно получать динамические аналоги систем с неклассическими семантиками: то релевантной семантики, то семантики с оценочными провалами, то двойственной последней семантики с пресыщенными оценками.

«Неклассическая динамичность» может быть дополнена другими независимыми подобластями универсума (противоречивыми, индифферентными и др.), что поддерживает логико-философский интерес к вопросу о невычислимости и непредопределенности.

Модификации динамической логики за пределами аналогий.

Указанные выше аналогии могут быть дополнены «самостоятельными» возможностями семантики динамической логики: обратными, последовательными и параллельными программами.

Комплексные изменения происходят благодаря упорядочиванию отдельных изменений, их оценка может зависеть от промежуточных ситуаций: например, «последовательность мер по лечению какого-либо заболевания, сопряженных с поражением других органов». Семантика, *учитывающая ход изменений*, модифицирована так, что телеологический подход, ориентированный исключительно на оценку результата изменения, несколько ослабляется. Программа, эксплицирующая *«кортеж изменений»*, задается уже не множеством упорядоченных пар миров, а множеством конечных последовательностей миров¹, т. е. для каждой $\pi \in \Pi_0$ имеет место:

¹ Построенная нами конструкция близка к семантической структуре логики процессов, обсуждаемой В. Праггом: Pratt V. R. Process Logic: Preliminary Report.

$$V(\pi) \subseteq \{s_0, \dots, s_n \mid n \geq 1 \wedge s_0, \dots, s_n \in W \cup \{\Lambda\}\},$$

где Λ — конечный пункт выполнения программы, не имеющей в качестве такового ни одного элемента из W . Таким образом, под рассмотрение попадают «порождающие» и «уничтожающие» варианты изменений.

Следующий шаг — семантика, *учитывающая параллельность изменений*. До сих пор под комплексными программами понимались только последовательные конструкции атомарных программ. Однако несколько различных атомарных изменений могут сочетаться в единое изменение не только последовательным, но и параллельным способом: например, чтобы обеспечить начало движения обычного автомобиля, водителю приходится одновременно (параллельно) манипулировать с педалями «газа» и «сцепления». Оценка параллельного течения атомарных изменений может существенно отличаться от оценки протекания этих изменений, выполняемых по отдельности: например, «исполнение оркестром музыкального произведения», «управление лодкой с помощью весел» и др.

Связки программ не дают возможности описать параллельное выполнение, но возможна следующая модификация¹: если $\tau \subseteq \Pi_0$, то $\|\tau \in \Pi$ — программа, состоящая из конечного множества параллельных программ, причем каждая программа параллельна самой себе.

Определим множество программ, эксплицирующих «системы изменений», т. е. последовательно-параллельные схемы изменений:

$$\|\Pi = \{\alpha'' \mid \exists \tau (\tau \subseteq \Pi_0 \wedge \tau \in \mathbb{E} \wedge |\tau| \geq 1 \wedge \alpha'' = (\|\tau))\},$$

где \mathbb{E} — класс всех конечных множеств.

* * *

Рассмотренные выше самостоятельные возможности модификации семантики динамической логики, касающиеся

¹ Аналогичную модификацию мы находим в исследовании Б. Бук по построению деонтической логики на основе логики динамической: *Buck B. Eine deontische Logik auf der Grundlage dynamischer Aussagenlogik. Diss. zur Erlangung des Doktorgrades. Kiel, 1987.*

онтологических предпосылок (внутреннего уровня), по сути своей дополняются обсуждаемыми в предыдущем разделе самостоятельными (вне аналогии «пропозиция — программа») возможностями модификаций модальных операторов, т. е. модификаций, касающихся гносеологических предпосылок (внешнего уровня). Но эти модификации понадобились нам для обобщения комбинированной структуры статической логики до модально-комбинированной структуры динамической логики: «комбинированные» формулы вида Θa содержательно сопоставлены с «динамическими» формулами вида $\|A?\|A$. Процессуально интерпретирующая стандартные логические связки и активно разрабатываемая в современных логических исследованиях *динамическая семантика*¹, безусловно, расширит возможности варьирования гносеологической (внешней) части логических систем. Структура комбинированной динамической логики, благодаря неклассическим и модальным построениям, позволяет переходить к анализу проблем, связанных с более сложной (гомогенной) природой процессов, требующей выхода за пределы дискретного формализма. Но в силу сложности и широты материала мы не рассматриваем здесь иные семантики, кроме реляционной семантики возможных миров, относя остальные типы в разряд исследовательских перспектив.

Выявление онтологической структуры динамической логики обеспечило последовательный переход от понятия статического события как множества возможных миров к понятию динамического события (изменения) как множества систем (последовательно-параллельных схем) миров, составляющих логическое пространство. Таким образом, онтологию в динамической логике представляет исчисление программ (отношений). Мыслимое содержание является здесь динамическим, и оно является *содержанием, преобразуемым в суждение*, т. е. *beurtheilbare Inhalte*, в терминологии Г. Фреге.

¹ Hanp.: Groenendijk J., Stokhof M. Dynamic predicate Logic // Linguistics and Philosophy, 14, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 1991. С. 39—100.